

地殻活動監視インテリジェントパネルディスプレイの開発

著者	岡田 義光
雑誌名	国立防災科学技術センター 研究報告
巻	33
ページ	77-99
発行年	1984-11
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00000912

地殻活動監視用インテリジェントパネルディスプレイ

岡田 義光*

国立防災科学技術センター

Development of an Intelligent Panel Display System for Monitoring of the Crustal Activities

By

Yoshimitsu Okada

National Research Center for Disaster Prevention, Japan

Abstract

National Research Center for Disaster Prevention (NRCDP) has constructed the Kanto-Tokai observation network of crustal activities which consists of 71 stations as of April 1984. As the stations are too many, we sometimes fail to grasp intuitively the whole state of the network or fail to catch quickly a general feature of some events which take place in this network.

In order to get over the difficulties, we developed a microprocessor-controlled intelligent panel display system with map of 2.5m × 1.5m to which three-colored LED lamps are attached at the positions of stations together with 10 digits large LED segment display. This display system has the following three faculties.

- (1) Display of real-time trigger: Receiving trigger signals from telemetry system and judging the occurrence of seismic events, the triggered stations are shown with red LED lamps in real-time mode together with alarming buzzer sound. The records of big events are stored and can be re-displayed according to service request in future (six events can be recorded in all).
- (2) Display of real-time alarm: Receiving alarm signals from on-line data processing system, the stations which issue seismic, tilt or else alarm are flashed in turn with red, green or yellow LED lamps together with alarming buzzer sound at the time when the status of alarm was changed or at the time of periodical report.
- (3) Display for service request: According to the service request with input switches, various kinds of informations can be displayed such as distribution and number of

* 第二研究部地殻力学研究室

stations related to each observation item, location and constants about each station, route of telemetry, historical development of the observation network, re-display of memorized recent events (six events from (1) and two extra events), current status of alarm and so on. Further, it is possible to read and re-write the contents of memory with arbitrary address or input/output port, to set display parameters to their standard values and to carry out random pattern test of LED lamps.

This panel display system is in operation since December 1981 at the system room in the Building for Earthquake Prediction Research, NRCDP in the Tsukuba Academic and Science City. This system is very efficient for monitoring quickly the general condition of the whole observation network and has ability of more than simple demonstration.

1. はじめに

国立防災科学技術センターでは、関東・東海地域の地震予知研究を強力に推進することを目的として、同地域に高密度の微小地震および傾斜などの地殻活動観測網を展開しつつある（浜田ほか，1982）。昭和59年4月現在，当センターにテレメータされデータ処理の対象となっている観測点の数は，図1に示すごとく，71ヶ所（うち地震計配備点67，傾斜計配備点23，三成分歪計配備点3，地下水観測点3，高周波振動（AE）観測点2）にのぼっている。

このように多くの観測点を擁するようになると，全体の観測網のようすを直観的に把握したり，何かのイベントが生じた際にその概況を迅速に知ることが，ややもすると困難になる。こうした状況を打開する方法のひとつは，テレメータ装置にオンラインでつながれた計算機にグラフィックディスプレイ端末を接続して，何らかの適切な表示を行わせることであろう。しかし，この種のディスプレイは一般に画面が小さく，情報を知るためには人間の方からその画面をのぞき込みに行かねばならない不便がある。また，問い合わせのためには標準的なキーボードを用いてのコマンド打ち込みが必要であり，操作性に欠けるうらみもある。

そこで，大きな地図パネル上にランプを埋め込み，ある種の必要な情報はシステムの方から人間に自動的に通知する形で，また，別の情報は単能の押ボタンスイッチによる人間からの要求に応える形で，それぞれ警告や表示が可能な大型パネルディスプレイを製作した。本装置は，現在，当センター地震予知研究棟3階のシステム室で稼動中であり，関東・東海地域の地殻活動の総括的監視に役立っている。

2. ディスプレイシステムの概要

今回製作されたディスプレイシステムのブロック図を図2に示す。全体は主要部，ドライ

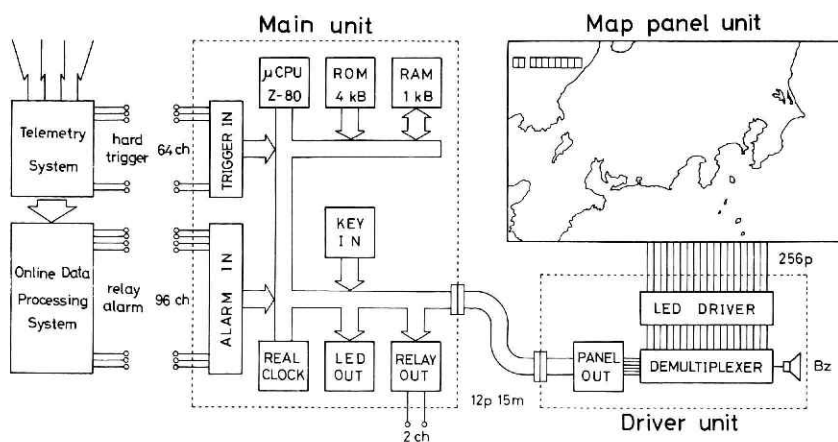
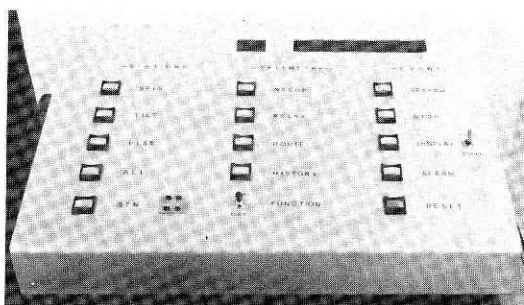
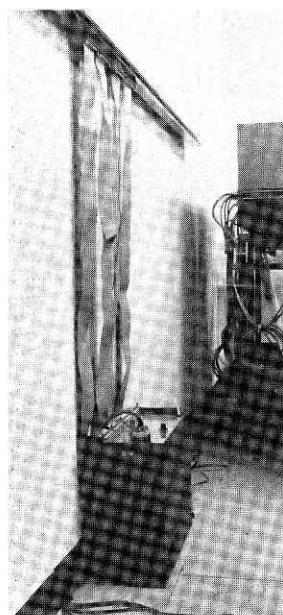


図2 ディスプレイシステムのブロック図.

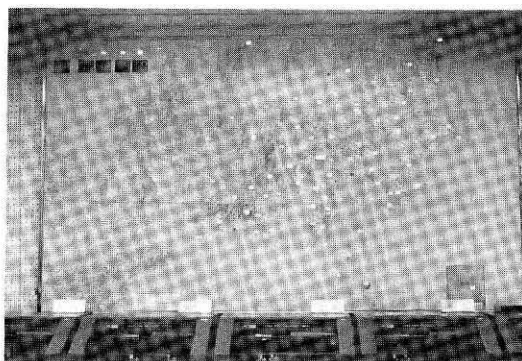
Fig. 2 Block diagram of the hardware system



(a)



(b)



(c)

写真1 (a) 主要部, (b) ドライバー部, および (c) 地図パネルの外観.

Photo 1 Outviews of (a) Main unit, (b) Driver unit and (c) Map panel unit

(1) ARN S Akubane	(27) KGN S Kamaoka	(53) SDM S Sudama
2 ACH S Achi	28 KGW S Kakegawa	54 SHM ST Shimohsa
3 AKW ST Aikawa	(29) KHZ S Kohzu-shima	55 SIJ ST Shiizuoka
4 ASG ST Asahi-yasu	30 KIB S Kitaibaraki	56 SMB S Shimobe
(5) ASY S Ashiyasu	31 KSH S Kushi-hara	57 SMD ST Shimoda
6 CDP S EO NRCDP Grounds	32 KTJ ST Katsuta	58 SMY S Shimoyama
7 CHS ST Choshi	33 MIN S Mineoka	59 SSW S Shimosawa
8 CMT T Chikamata	34 MKB ST Mikabi	60 TNR S Tenryu
9 ENZ ST Enzan	(35) MKE S Miyake	(61) TOE S Touei
10 FCH STED Fuchu	(36) MNB S Manba	62 TRU S O Tsuru
11 FJM S Fujinomiya	37 MOR S Moriya	63 TR2 S O Shishidome
(12) GFR S Gero	(38) MOT S Motegi	(64) TYM S Tateyama
13 HAS S O Hasaki	39 MSK S Misakubo	(65) USD S Usuda
(14) HCJ S Hasaki-jo	(40) MZW T Matzawa	66 YFT S Tomioka
15 HDA ST Hodo	(41) NDZ T Nodazawa	67 YKI S Yokkaichi
(16) HHR S Hinohara	(42) NJM S Niijima	68 YMI S Yoshimi
17 HKW ST Honkawane	43 NMT S Nakaminato	69 YMK ST Yamakita
18 HMO S Hamaoka	44 NMZ S Numazu	70 YSK S Yokosuka
19 HRM S Kawasaki	45 NRY S Nirayama	71 YST S E Yasato
(20) HTN S Hatanagi	46 NSI S Nishiizu	
21 HTS S Hatsushima	(47) OHR S Ohira	
22 ICH S Ichihara	48 OHS ST Ohsuka	
23 IWK ST Iwai-kita	49 OKB ST Okabe	
24 IWM T Iwai-minami	(50) OMM S Ohmama	
25 IWT ST Iwatsuki	51 OSM ST Ohshima	
(26) JIZ ST Nakaizu	(52) OTR S Otari	

S : Seismometer
T : Tiltmeter
E : Strainmeter
O : Others
() : surface station

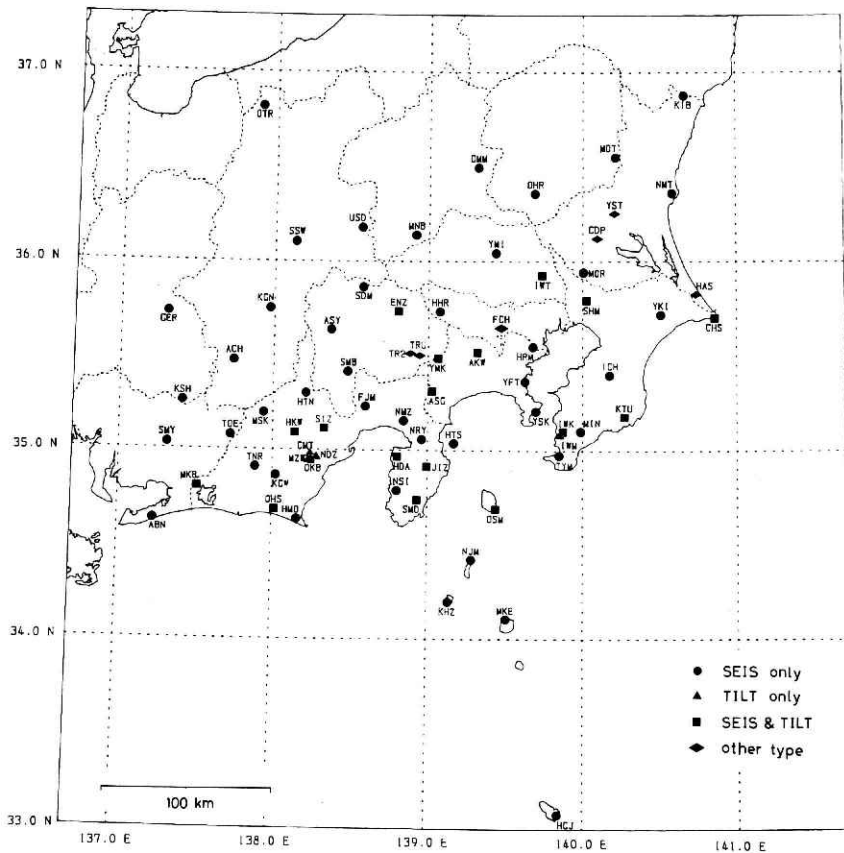


図1 防災センターの関東・東海地殻活動観測網 (1984年4月現在)。

Fig. 1 Location of stations in the Kanto-Tokai observation network of crustal activities as of April 1984

バー部、地図パネルの3つの部分よりなっており、それぞれの外観を写真1に示す。主要部にはテレメータシステムからの地震トリガ信号、オンラインデータ処理システムからのアラーム信号、およびサービス用スイッチの入力信号が接続され、いま何を表示すべきかがマイクロプロセッサの制御下で判断される。ドライバー部は、この主要部からの指令に基づき、地図パネル上のランプの点滅をコントロールする部分である。地図パネルの大きさは約2.5 m×1.5 mであり、関東・中部および近畿の一部(33.8°～37.0°N, 135.0°～141.5°E)が縮尺1/25万で表現されている。パネル上には、各観測点の位置に赤・緑・黄の3色を表示可能なLED(発光ダイオード)ランプが、また、テレメータ中継局の位置には黄色のLEDランプが、それぞれ埋め込まれ、パネル左上部に設けられた2+8桁の大型文字表示器と共に、各種表示が行われる。なお、収容できる観測点の数は最大80として、すべての設計がなされている。

本システムの有する機能は、次の3つに大別される。

(1) リアルタイムトリガ表示

テレメータシステムから入力される各観測点のトリガ情報を監視し、地震発生と判断された場合にはトリガーが発生した観測点に赤ランプを点灯すると同時に、ブザーを鳴らして注意を喚起する。この際、外部へのリレー接点も2組出力されるので、レコーダーを起動したり警報装置を作動させたりすることが可能である。なお、発生した地震がある程度以上大きかった場合、そのイベントの各観測点での発震時はメモリーに記憶され、のちの再表示の要求に応えることができる。

(2) リアルタイムアラーム表示

オンラインデータ処理システムにおいては、現在、2つの異常地殻活動監視がなされている。そのひとつは観測点別の1時間毎地震回数がある設定値を超える状態が2時間以上続いた場合、もうひとつは傾斜等の値が24.5時間前の値に較べてある設定値を超える状態が5分以上続いた場合である(村松ほか, 1983)。各々の場合について、計算機の対応する警報出力(リレー接点)はオン状態にロックされるので、本システムではその状態を監視し、警報状態が変化した際は直ちに、また通常は定時に、各観測項目別に色分けされた警報出力観測点のフラッシュ表示およびブザー鳴動を一定時間行って、注意を喚起する。

(3) サービス表示

押ボタンスイッチに対応した各種表示要求に応じて、必要な表示を行う。その内容は、各観測項目毎の観測点分布および数、個別観測点に関する情報、テレメータの系統、観測網建設の変遷、記憶中のトリガ・イベントの再表示、現在のアラーム状態の表示、などである。上記各表示は、表示要求が出されて一定時間後にはリセットされ、常時は地図パネル左上部に現在時刻が表示されているだけの状態となる。

上記3種の表示機能にはこの順に高い優先順位が割り当ててあり、高位の事象が発生した

場合には、そちらの方に表示内容が自動的に切り換えられるようになっている。

限られたハードウェアの範囲内で、このように多彩でインテリジェントな機能を持たせ、しかも融通性や拡張性に富むシステムを実現させるには、マイクロプロセッサを用いた専用装置として全体を構成することが、最も得策である（岡田ほか、1980）。

以下の2節において、本システムのハードウェアおよびソフトウェアの詳細について述べる。

3. ハードウェア

前節で述べたごとく、ハードウェアの構成は、主要部、ドライバー部および地図パネルよりなっており、前2者間は長さ15mの12対ケーブル、後2者間は長さ1mの計256芯フラットケーブルで、それぞれ結ばれている。

3.1 主要部

主要部は、ROM4Kバイト、RAM1Kバイトを備えたZ80マイクロプロセッサシステムのデータバスに、リアルタイムクロックと、以下の入出力に対するポートとを接続したものである。

(1) 入力……64チャンネルのトリガ接点、96チャンネルのアラーム接点（うち64は地震、32は傾斜地）、14個の押ボタンスイッチ（これと並列に、さらに14個の押ボタンスイッチがリモートコントロール用として地図パネルの下まで引き出されている）、2個のスナップスイッチ（うち1個はロック式）、10進2桁のデジタルスイッチ。

上記のうち、トリガ接点入力については、入力コネクタと入力基板との間に64個のジャンパーピンを配し、たとえば何らかの故障で特定観測点が頻繁にトリガ信号を出すようになった場合などは、そのチャンネルだけを切り離すことが容易にできるようにしてある。また、以上とは別に、手動によるシステムリセット用として、ロック式のスイッチが主要部背面に取り付けられている。

(2) 出力……ドライバー部制御信号、操作盤上の押ボタンスイッチ照光用LED13個および7セグメント文字表示LED(2+8)桁、リレー接点2組。

実際の組立ては、市販の10cm×10cmワンボード・コンピュータ（北斗電子製SBZ80）に若干の改造を加えたものを核に、トリガ入力部、アラーム入力部、操作盤表示部、その他の入出力部に対する各々の基板を製作し、それらを幅35cm、奥行24cmのシャーシーに電源と共に組み付けた上へ、スイッチ類・LED・入出力コネクタを取り付けた高さ10cmの傾斜パネルを操作盤としてかぶせる方式で行った。主要部の全体回路図を図3に、組上った内部の様子を写真2に、それぞれ示した。このうち、リアルタイムクロック（沖電気製MSM 5

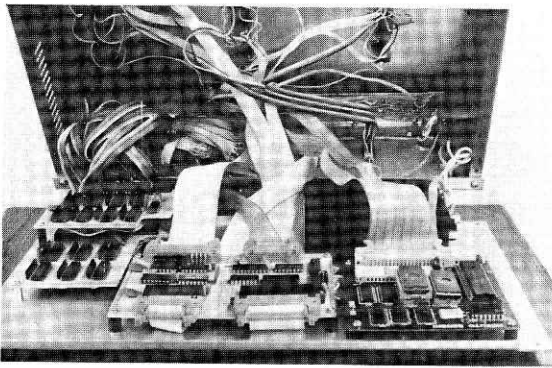


写真2 主要部の内部.

Photo 2 Interior of the Main unit

832 RS)については、タイミングの関係から入出力に際してCPUに約 $5\mu\text{sec}$ のWAITをかけている。また、10Hzのタイマー（諏訪精工社製 8651B）によるハード割込は、ポート 6 X の読取命令で解除されるようにしてある。

3.2 ドライバー部

地図パネルは、主要部よりおよそ10m離れた壁面にかけてられており、そこへの最終的な出力信号線は256本が必要とされる。このため、地図パネルのすぐ傍にドライバー部を設け、そこまではデータバス8本、制御線4本の計12本の信号線により、コード化された表示用データを送ることとした。ドライバー部には、このコード化データを受取るポート、信号を分配する回路、地図パネル上のLEDランプを駆動する回路、およびリアルタイムトリガーとリアルタイムアラームに対応してそれぞれの警報ブザーを鳴らす回路が含まれている。

データを受取る部分は長距離伝送となるためフォトカプラーでインターフェイスされ、4ケの汎用8桁LED表示用LSI（インターシル社製ICM7218B）にコード化データが収納される。このICは、 8×8 セグメントのLEDをno decode, decode-hexa（0～9, A～B）、またはdecode-codeB（0～9, -E H L P, ブランク）のいずれかのモードで制御できる便利なものである。

必要とされる256の信号は、この4つのICから32ケのラッチICを通して分配される。その内訳は、8桁の大型文字表示器に64、2桁の大型文字表示器に8（これは2桁BCDであり、このあと更に14の信号にdecodeされる）、凡例表示用ランプの赤・緑に各4、観測点表示ランプの赤・緑に各80、そして、その他に16である。その他のうち14はテレメータ中継局表示用であり、観測局と中継局を兼ねた点についてはハード的なオア回路を通して、各ランプへの接続がなされている。残る2つはリアルタイム・トリガーおよびリアルタイム・アラームのそれぞれに対応した警報ブザーを制御している。ブザー音のピッチは前者が高、後者が低にセットされており、共に間欠音を発するようになっている。間欠音の間隔および

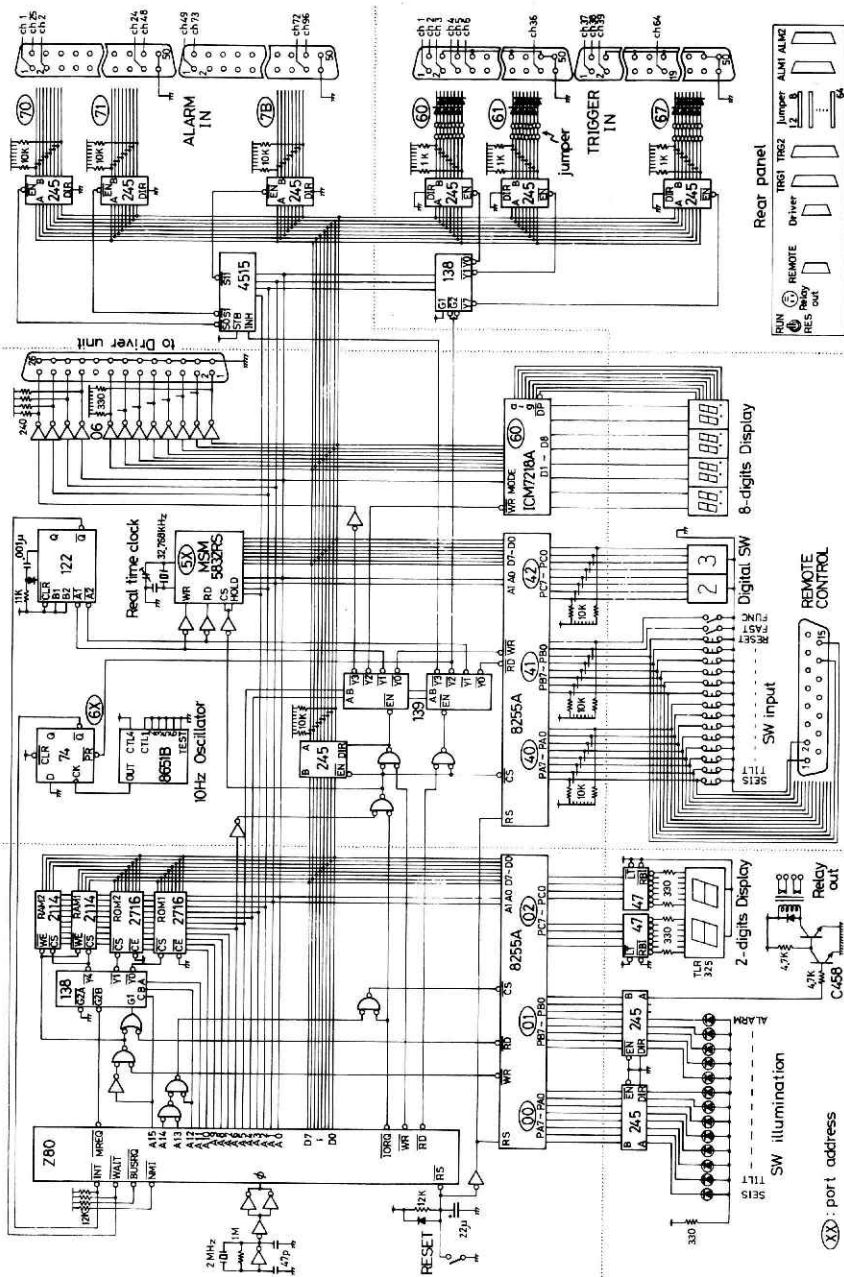


図 3 主要部の回路図.

Fig. 3 Circuit diagram of the Main unit

ブザーの音量は可変抵抗器により変えることができる。

ドライバー部の全体回路図を図4に、ユニット内部の様子を写真3に、それぞれ示した。

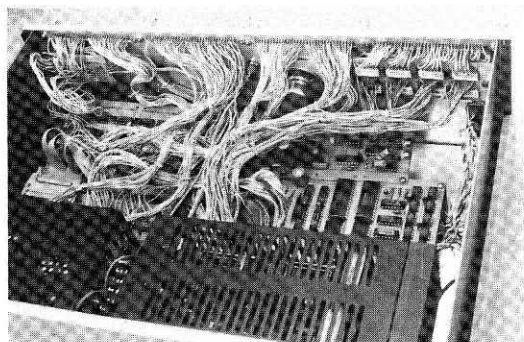


写真3 ドライバー部の内部。

Photo 3 Interior of the Driver unit

3.3 地図パネル

地図パネルには3種類の表示器が埋め込まれている。数値や文字、記号を表示するための10個の大型文字表示器（文字高51mm：テクノメート社製DIGILE×518A6H）、各観測点および凡例を表示するための3色LEDランプ（30mm×25mm：岡谷電機製LS31-DM3-12-RG）、そしてテレメータ中継局表示用の黄色LEDランプ（14mm×14mm：サン電業社製DHL-OS9CW3）である。このうち、3色LEDは、1つのランプの中に赤と緑のLED素子が各々6個ずつ詰め込まれているもので、赤と緑を同時に点灯することにより、黄色の色调も得られる。なお、観測点同士が近接している岡部の傾斜群列観測の4点、および岩井北・岩井南の2点は、このLED素子を適当に内部分割して、一つのランプに複数の観測点を複合化した表示を行っている。

ドライバー部と地図パネルとは、64芯のフラットケーブル4本と+12V電源母線により結ばれ、この母線は地図パネル裏面でコモン線として張りめぐらされている。写真4に、地図パネル裏面の配線の様子を示した。

4. ソフトウェア

前節に述べたように、この表示システム全体はマイクロプロセッサを核として構成されており、すべての表示動作はプログラムによって制御されている。

表示用プログラムは容量2Kバイトの紫外線消去型PROM2個に納められており、これらはハンドアセンブルののちPROMライターにより書き込まれたものである。図5にメモリーの割り付け表を示すが、ROM領域4Kバイトのうち、純粋なプログラムエリアは3K

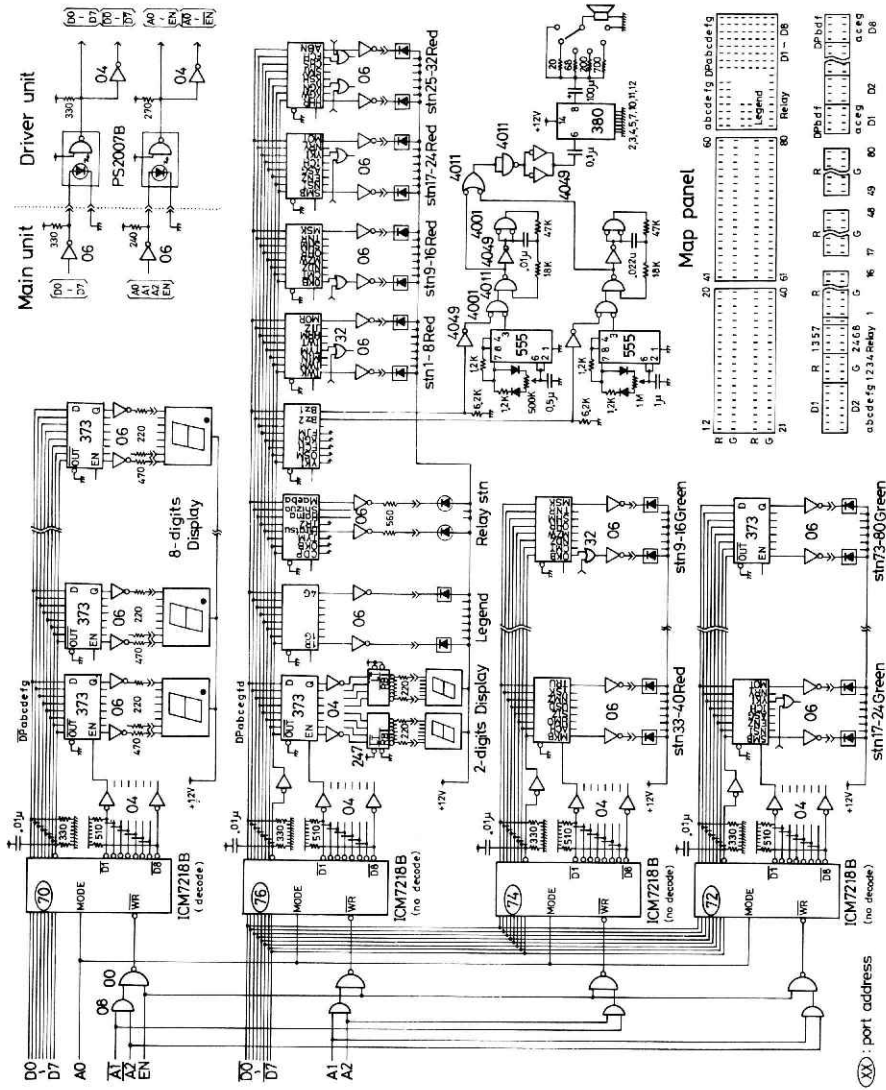


図 4 ドライバー部および地図パネルの回路図。

Fig. 4 Circuit diagram of the Driver unit and the Map panel

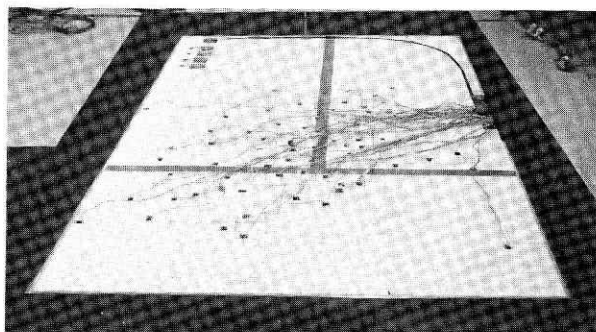


写真4 地図パネルの裏面。

Photo 4 Reverse side of the Map Panel

バイト弱，観測点リストが1 Kバイト弱で，残る184バイトに各種表示用パラメータの標準値テーブルおよびトリガー／アラーム・チャンネルと観測点との対照表が納められている．観測点リストには，各観測点の観測項目，テレメータ中継系統，設置年度，緯度，経度，高度，設置深度が記されているが，同時に，このリストに並べられた観測点の順番は各観測点の識別番号となっており，トリガーやアラームの対照表中に用いられるほか，赤・緑それぞれのLEDランプ出力と各観測点との対応もこの順番に従っている．当然のことながら，観測点定数や対照表の変更・増設等に際しては，ROMの書き替えが必要である．

プログラム全体の流れは，図6に示すフローチャートに従っている．メインルーチンは100バイトほどのごく短いもので，システムリセット時の初期化ルーチンを実行したのち，操作盤および地図パネルへの表示ルーチンを実行して割込待ちの停止状態に入るだけの，ごく簡単なものである．一方，割込ルーチンには，トリガ入力処理，アラーム入力処理，およびサービス要求処理の3つのタスクがあって，これらはリアルタイムクロックより発生する100 m sec ごとのタイマー割込によって順番に切換がなされている．すなわち，各々のタスクは300 m sec ごとに定期的な実行が行われていることになる．

この3つのタスク間で連絡をとるため，RAM中には特別な2バイトが用意されている．そのひとつ（803 D番地）はタスクの順番を知るためのタスク・フラグ，もうひとつ（803 E番地）は，表示の優先順位判断のため，現在地図パネル上に何の表示がなされ，またどんな表示要求が待機中であるかを知るための表示中ステータスである．

タイマーにより割込ルーチンの実行が開始されると，まずタスク・フラグが更新され，上の3つのタスクのどれを実行するかが決定される．各々のタスクは，それぞれの処理を行うにあたって，地図パネルが他のタスクによって現在どのような状態にさせられているかを表示中ステータスにより知り，必要な判断および措置を行うことができる．

以下に，各ルーチンの内容の詳細について述べる．

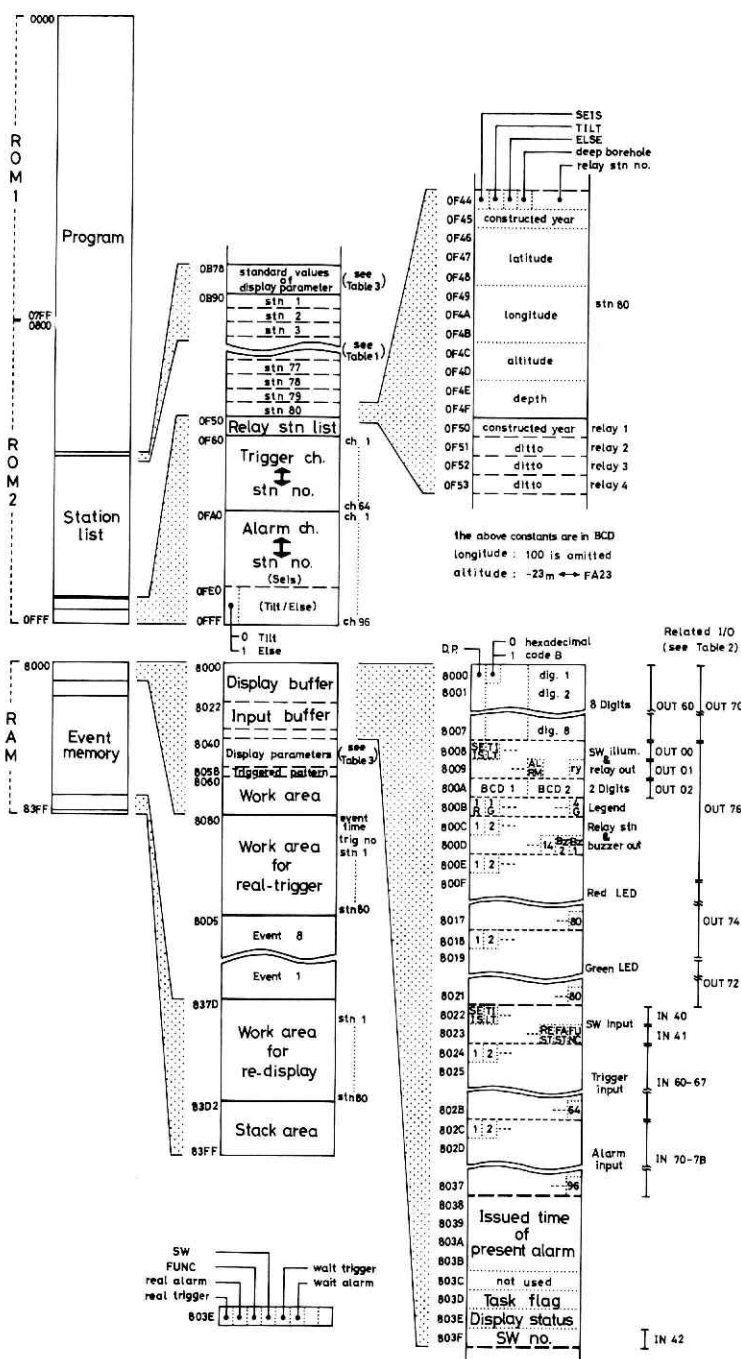


図5 ディスプレイシステムのメモリーマップ。

Fig. 5 Memory map of the present system

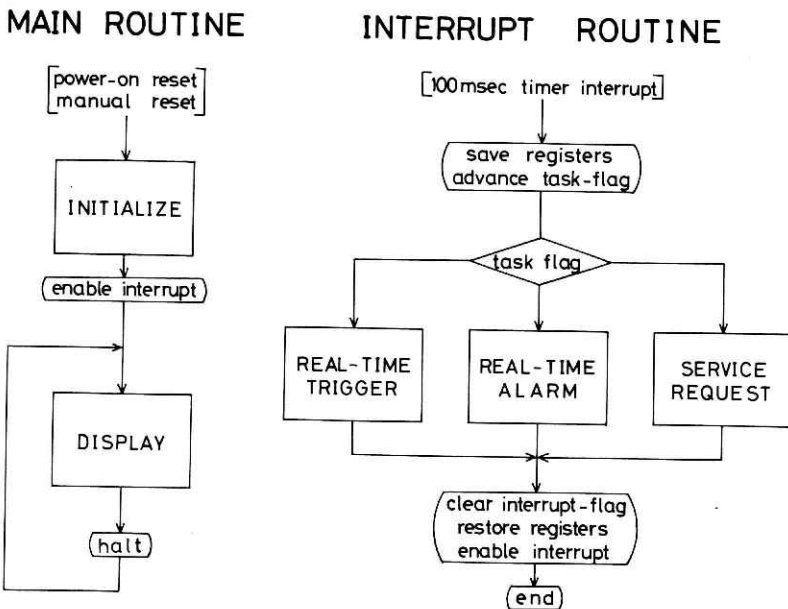


図6 ディスプレイシステムのフローチャート。

Fig. 6 General flow chart of the software system

(1) 初期化ルーチン

電源投入時あるいは手動リセットの際に実行されるルーチンである。割込禁止の状態でスタックポインタのセット、プログラマブル入出力ポートのモードセット、タスク・フラグの初期化、表示中ステータスのクリアを行ったのち、表示用バッファ・エリア（次項参照）を16進数FFにセットして全消灯とし、最後に割込許可を行なう。

(2) 表示ルーチン

図5のメモリーマップに示されるように、RAMの先頭34バイトは表示用のバッファ・エリアとなっており、文字表示器に対応するバイトデータや、各観測局・中継局・凡例・スイッチ照光用の各LEDおよびブザー・リレーに対応するビットデータが収納されている。本ルーチンは、この34バイトのエリアのビットパターンをそれぞれに対応する出力ポートに転送する働きをするものである。

以下に述べる3つの割込ルーチンは、それぞれに定められた処理・判断ののち、この表示用バッファ・エリアの内容を書き替えることによって、ランプ・ブザー等による外部表示の状態を変更するようになっている。

(3) トリガ入力処理ルーチン

テレメータシステムよりのトリガ信号をリアルタイムで監視し、地震発生と判断した場合にはブザー警報を発し、かつトリガ・チャンネルと観測点の対照表を参照して、対応する観

測点を赤色に点灯させる。また、最初のトリガ発生時刻よりの経過秒数の表示(これは76秒で飽和する)、および地震発生を示す— E E E E —のフラッシュ表示が文字表示器によりなされる。トリガ局数があらかじめ定められた登録基準局数を超えると、そのイベントの発生時刻、トリガ局数、各観測局のトリガ時刻をメモリーに記憶し、あとでもう一度そのときのようにを知りたいとき、サービス処理ルーチンを通じて再表示できるようにしておく。記憶できるイベント数は最大6件であり、新しい事象が発生した場合にはもっとも古い事象のデータが失われるようになっている。

発震判定から終了判定に到る手順は以下の通りである。まずどこかの観測点よりトリガ入力があると、その時点からある発震判定時間内にさらに別の観測点からのトリガ信号が入るかどうかを監視する。この動作を繰返して、累積のトリガ局数が定められた発震判定局数を超えたら、地震発生と判断する。表示中ステータスの内容を確認め、もし地図パネルが他の表示を行っている際には一旦それを消灯させたのち、冒頭に述べた表示動作に入る。相つぐ発震判定時間内に新しい観測点のトリガ入力がある限り、それは同一のイベントとして扱われ表示動作が続行されるが、新規のトリガ入力が入らなくなったらそこでイベントの区切りと判断し、トリガ局総数が登録基準局数を超えているかどうかを確認める。もし超えている場合には前述したイベント登録を行う。その後、トリガ発生局数が定められた終了判定局数を下まわり、かつその状態が定められた終了判定時間以上続いたら、そのイベントは終了したと判断して、地図パネルの表示権を放棄する。

以上がトリガ入力処理ルーチンの大筋であるが、ここで、イベントのメモリー登録にはひとつの問題がある。それは、各観測点に設置された地震計の特性チェックを行うために、毎日定時になると地震計のステップ応答テストが自動的に実施されることである。この時は、ほとんどすべての観測点がほぼ同時に応答出力を送ってくるため、一斉にトリガーがかかり大地震と判定されてしまう。これを登録していると連日のテストのみですぐにメモリーがあふれてしまうため、2秒以内に30局以上でトリガーのかかったイベントは登録しないようにしてある。

(4) アラーム入力処理ルーチン

オンラインデータ処理システムよりのアラーム信号をリアルタイムで監視し、新しいアラームが発生して状態が変化した際には直ちに、また通常は定められた時間ごとに定期的に、アラーム状態の表示を行う。各アラーム信号は発生と同時にオン状態にロックされ、リセットのコマンドを投入するまでは解除されないようになっているため、上記のような時点で表示を行うようにした。

アラーム報知に到る手順は以下の通りである。まずアラーム入力を読み込み、メモリー中に蓄えられた前回の読取パターンと比較する。変化があった場合には現在時刻を最新アラーム発行時刻として登録し、後述するサービス処理ルーチン中のアラーム表示要求に備える。ア

ラーム状態に変化があった場合、また変化がなくとも定時になった場合、表示中ステータスの内容を確認め、もし地図パネルが前項に示したトリガ表示中である時にはアラーム表示待ちの待機姿勢に入り、その他の表示中である時には一旦それを消灯させたのち、実際の表示態勢に入る。まずブザー警報を発し、次にアラーム・チャンネル／観測点の対照表を参照しつつ、アラーム発行中の観測点を、観測項目別に時分割的に表示する。具体的には、地震：赤、傾斜：緑、その他：黄と色分けされたフラッシュ表示が一定時間づつ繰り返されるが、該当観測点のない観測項目についてはスキップされる。また、これらと併行して、アラーム件数の総数表示、およびアラーム発生を示す「HELP」のフラッシュ表示が文字表示器によりなされる。以上のすべての表示は、一定の時間が経つと自動的に終了させられるようになっている。

(5) サービス要求処理ルーチン

操作盤に配列された入力スイッチによる人間からのサービス要求に応えるルーチンであり、SWとFUNCと名付ける2つのモードがある。通常は前者のモードに設定されていて、押ボタンに対する単機能動作を行っているが、ロック式スイッチを切り替えて後者のモードに移すと、プログラム次第で任意の特殊機能を持たせることができ、現在はメモリーやI/Oの読み書き、標準パラメーター値のセットなどに利用されている。これらのサービス表示の優先順位は前2項より低く、リアルタイムのトリガーやアラームの表示中には、これらの要求は受け付けられない。

(5.1) SWモード (FUNCTIONスイッチoff)

このモードは、操作盤上の14の押ボタンスイッチに対して、それぞれ以下に示す内容の単機能的表示を行うものである。複数の押ボタンが押された場合は、同時なら以下に示す各項の前の方が、時間差があればあとに押された方が、それぞれ優先する。サービス要求が受け付けられると、その押ボタンスイッチの照光LEDが点灯し対応する表示が開始されるが、これらはいずれも一定の時間後には自動的にリセットされるようになっており、何もボタンが押されていない通常時には、地図パネル左上の文字表示器に現在時刻が表示されているだけの状態となる。

以下に、各押ボタンスイッチに対する表示内容を説明する。

(a) S E I S

観測点リストを参照して観測項目に地震を含む観測点を探し、該当する観測点を赤に点灯させると同時に、その観測点の総数を文字表示器により示す。

(b) T I L T

前項と全く同様に、傾斜観測点を緑に点灯させ、その観測点数を表示する。

(c) E L S E

地震・傾斜以外の観測項目を有する観測点を黄に点灯させ、その観測点数を表示する。

(d) A L L

全観測点について観測項目とその内訳を表示する。地震：赤，傾斜：緑，その他：黄として，単項目の観測点についてはその該当する色の連続表示を，また複数項目の観測点については該当色の交互表示を，それぞれ行う。2桁文字表示器には年度（西暦の下2桁）が表示されるが，観測点数の内訳は種類が多いため，8桁文字表示器と凡例表示用LEDを2つの状態に時分割的に切り替えて表示を行う。第1の状態では，全観測点数と，地震のみ，傾斜のみ，その他のみの各観測点数が示され，凡例として対応する色の連続表示がなされる。第2の状態では，地震・傾斜・その他併設，地震・傾斜併設，地震・その他併設，傾斜・その他併設の各観測点数が示され，凡例として対応する色の交互表示がなされる。

(e) S T N

個別の観測点に関する情報を表示する。各観測点には観測点リストに並べられた順に1から80までの番号がつけられている（表1参照）。2桁デジタルスイッチにより表示を希望する観測点の番号を指定すると，まずその観測点位置に観測項目を示す表示がなされる。その表示法は前項ALLと同じである。観測項目の表示が一定時間なされると，その観測点のデータが伝送されるテレメータ・ルートを示すために，観測点を消して中継局を一定時間点灯させ，次に中継局を消して防災センターを点灯させる。以上の動作を繰り返すのに併行して，文字表示器では観測点定数の値が時分割的に順次示される。10個の文字表示器のうちの2個はその観測点の建設年度を示したままであるが，残る8個によって緯度・経度・高度・設置深度が，この順で繰返し表示される。

なお，以上の機能と異なる特別な場合として，観測点番号00を指定すると，防災セ

表1 観測点番号および中継局番号。

Table 1 List of station number and relay station number

----- Observation station -----										-- Relay station --	
1 (00) IWK	17 (10) SMB	33 (20) MKB	49 (30) FJM	65 (40) ASY	1 (00) NRCDP						
2 (01) IWM	18 (11) NSI	34 (21) ACH	50 (31) KTU	66 (41) KHZ	2 (01) OKB						
3 (02) MIN	19 (12) ENZ	35 (22) HMO	51 (32) AKW	67 (42) MKE	3 (02) TYM						
4 (03) TYM	20 (13) ASG	36 (23) SZZ	52 (33) OSM	68 (43) HCJ	4 (03) Hiratsuka						
5 (04) IWT	21 (14) ICH	37 (24) USD	53 (34) HTS	69 (44) OTR	5 (04) TR2						
6 (05) HRM	22 (15) YKI	38 (25) NMZ	54 (35) NJM	70 (45) TR2	6 (05) Hamamatsu						
7 (06) JIZ	23 (16) NRY	39 (26) YSK	55 (36) YMI	71 (46) CDP	7 (06) Shizuoka						
8 (07) MOR	24 (17) MOT	40 (27) TRU	56 (37) SSW	72 (47)	8 (07) Maebashi						
9 (08) OKB	25 (18) HHR	41 (28) NMT	57 (38) HTN	73 (48)	9 (08) YKI						
10 (09) CMT	26 (19) KGW	42 (29) YST	58 (39) TOE	74 (49)	10 (09) OSM						
11 (0A) NDZ	27 (1A) KGN	43 (2A) OMM	59 (3A) YFT	75 (4A)	11 (0A) FCH						
12 (0B) MZW	28 (1B) KSH	44 (2B) MNB	60 (3B) YMK	76 (4B)	12 (0B) KGN						
13 (0C) OHR	29 (1C) SMY	45 (2C) SDM	61 (3C) HDA	77 (4C)	13 (0C) FJM						
14 (0D) SHM	30 (1D) CHS	46 (2D) GER	62 (3D) OHS	78 (4D)	14 (0D)						
15 (0E) TNR	31 (1E) FCH	47 (2E) HKW	63 (3E) KIB	79 (4E)	15 (0E) alarm Bz						
16 (0F) MSK	32 (1F) ABN	48 (2F) SMD	64 (3F) HAS	80 (4F)	16 (0F) trigger Bz						

ンターの深層観測点（岩槻，下総，府中）が赤に点灯するようになっている。

(f) N R C D P

防災センターを黄に点灯させる。

(g) R E L A Y

テレメータ中継局を黄に点灯させるとともに，その総数を文字表示器で表示する（表 1 参照）

(h) R O U T E

テレメータ・ルートの中継系統を示す。まず，防災センターヘデータを直送している観測点を一定時間赤に点灯させたのち，防災センターを一定時間黄に点灯させるという動作を，ある時間繰り返す。このとき同時に，直送観測点の総数が文字表示器に示される。次に，第 1 の中継局ヘデータを伝送している観測点を赤に点灯させ，同時にその総数（子局数）を表示する。観測点を一定時間点灯させたら次にその中継局を一定時間黄に点灯させ，最後に防災センターを一定時間点灯する。この動作をある時間繰り返したら，次は第 2 の中継局について同様の表示動作を行う。このようにして最後の中継局に関する表示までが終わったら，再び最初に戻って，直送観測点の表示が始まることになる。

(i) H I S T O R Y

防災センターの観測網建設の足取りを表示するものである。表示法は(d)項のALLと全く同様であるが，建設年度があらかじめ設定された表示開始年度から終了年度までを一定の切替時間でスワイプし，それまでに建設された観測点のみが点灯し，またその年度での観測点数内訳が逐次表示されるようになっている。この表示年度切替時間は，操作盤上のトグルスイッチ：N O R M A L - F A S Tにより，2段階に変化させることが可能である。通常の切替時間およびF A S Tにした時の倍数はメモリー中のパラメータ値で指定されるが，標準値は9秒および3倍としてある。

(j) S E A R C H

メモリー中に記憶されているトリガー・イベントを探し出すもので，イベント番号とそのトリガ発生時刻が文字表示器により順次表示される。イベント3からイベント8までの6つは(3)のトリガ入力処理ルーチンで自動的に更新されていき，イベント8が常に最新のデータを保持している。これに対しイベント1，2の内容は固定されていて，更新の対象にならない。ここには，特に記憶にとどめておきたい最近の大イベントや，デモンストレーション用の仮想イベントを納めておくことができる。

(k) S T O P

前項のS E A R C Hにより希望したイベントを見つけた場合に，そこでイベントの順次表示の動きを止め，次項のD I S P L A Yに備えるものである。

(l) D I S P L A Y

メモリー中に記憶されているトリガー・イベントを再表示するものである。表示は2つのステージに分かれており、まず観測点トリガーの伝播の様子を再現したのち、伝播時間の分布を示すようになっている。

第1のステージでは、波動としての伝播を効果的に見せるため、再現クロックがメモリー中に蓄えられた各観測点のトリガ時刻と一致したらそこを赤に点灯させたのち、一定時間後には消灯させるようにしてある。こうすることにより、波動が通り過ぎたような視覚的效果が生じる。再現のスピードとしては、実時間再生と高速再生の2つの状態を操作盤上のNORMAL-FASTスイッチにより選択することができる。後者の場合の速くなる率はメモリー中のパラメーターで指定でき可変であるが、標準値は5倍となっている。なお、以上の表示と併行して、文字表示器では、このイベントの発生時刻および再現クロックの経過秒数が示されるようになっている。

第2のステージでは、最初のトリガ発生時刻を基準にした各観測点のトリガ時刻が T_1 以内なら赤、 T_2 までなら黄、それ以上なら緑に点灯させることにより、トリガ伝播時間の分布を表示するようにしてある。ここで、 T_1 、 T_2 は可変のパラメーターであるが、標準的には10秒および20秒の値がとられている。この分布からおおよその震央位置の推定が可能となるが、さらに念のため、一番最初のトリガーを発した観測点については、赤の点滅表示がなされ、震央の概略位置の推定を助ける工夫がなされている。以上の表示と併行して、文字表示器では次の2種類の表示が交互に繰り返される。ひとつは、このイベントのイベント番号と発生時刻であり、もうひとつは、トリガ表示された観測点総数と凡例O- T_1 - T_2 -である。後者の表示の際には、凡例のためのLEDも、赤のフリッカー、赤、黄、緑と点灯される。

(m) ALARM

現在のアラーム発行状態を知るためのものである。(4)のアラーム入力処理ルーチンと同様の観測項目別アラーム表示がなされると同時に、アラーム件数の総数および最新アラーム発行時刻が文字表示器により示される。リアルタイムアラームのときと違って、ブザー鳴動および「HELPER」のフラッシュ表示はなされない。

(n) RESET

これまでに述べた(a)から(m)に到る各表示を、強制的に終了させる。

(5.2) FUNCモード (FUNCTIONスイッチ on)

このモードは、プログラムにより各入力スイッチに特別の機能を与えて、以下のような特殊なサービス要求に応えるものである。

(a) メモリー読み書きルーチン

プログラムのチェックのために任意の番地のメモリー内容を調べたり、またメモリー

内のパラメーター値を変更する必要がある場合にこのルーチンが用いられ、デジタルスイッチを90に指定した場合のみ機能する。

8桁文字表示器の上位4桁にアドレスが、下位2桁にその番地の内容が、それぞれ16進数表示で示される。アドレスの各桁はSEIS, TILT, ELSE, ALLの各押ボタンスイッチにより独立に変化させることができ、またNRCDPおよびRELAYの押ボタンスイッチによりアドレスの1つづつの増減が可能である。メモリーの内容を書き換えるには、RESETと同時にSEARCHおよびSTOPを押して、直接、上および下の桁を独立に変更できる。この書き換えは、勿論RAM領域のデータに対してしかできない。

(b) I/O読み書きルーチン

プログラムのチェックのために任意の入出力ポートの機能を調べたり、またリアルタイムクロックの時刻セットを行うような場合にこのルーチンが用いられ、デジタルスイッチを95に指定した場合のみ機能する。

8桁文字表示器の上位2桁にポートアドレスが、次の2桁にそこから読取ったバイトデータが、それぞれ16進数で示される。ポートアドレスの上および下の桁は、SEISおよびTILTの押ボタンにより独立に変化させることができる。出力ポートへの書込みを行うには、まず8桁文字表示器の下位2桁に、NRCDPおよびRELAYの押ボタンスイッチを用いて、出力用のバイトデータを用意する。実際の書込みは、RESETとSEARCHの押ボタンを同時に押すことによってなされる。参考までに、入出力ポートとその内容の一覧を表2に示す。同表中には、リアルタイムクロックの12/24時間式の切換および平年/うるう年の切換を行う方法も指示されている。

(c) 標準パラメーター値セットルーチン

本ディスプレイの動作をコントロールするため、RAM内には表3に示すように24個のパラメーター値を納めた領域があって、この個々の値を変更することによりきめ細かな表示法の変更が可能となっている。一方、この24個のパラメーターについては各々の標準値が別に定められていて、その値はROM内に書き込まれてある。本ルーチンは、このROM内の標準値データをRAM内のパラメーター領域に移すためのものであり、デジタルスイッチを99に指定した場合のみ機能する。

実際の移し替えは、ALL, HISTORY, RESETの3つの押ボタンスイッチを同時に押すことにより行われる。24バイトの転送が済むと文字表示器には—————の表示が現れて、パラメーターの標準値セットの完了を確認することができる。

(d) ランプテストルーチン

地図パネルおよび操作パネルに取り付けられた各種表示用LEDランプのテストを行うために、RAM内の表示用バッファ・エリアにランダムなスクランブル・パターンを

表2 入出力ポートとその内容.

Table 2 List of input/output ports

INPUT		OUTPUT	
40	Switch (SEIS-ROUTE)	00	SW illum. (SEIS-ROUTE)
41	Switch (HIST-RESET, FAST, FUNC)	01	SW illum. (HIST-ALARM) & relay out
42	2-digits digital switch	02	2-digits display on control panel
		03	Control word for 8255 (port 00-02)
		43	Control word for 8255 (port 40-42)
50	Real time clock 1 sec	50	Real time clock 1 sec reset
51	Real time clock 10 sec	51	Real time clock 10 sec reset
52	Real time clock 1 min	52	Real time clock 1 min set
53	Real time clock 10 min	53	Real time clock 10 min set
54	Real time clock 1 hr	54	Real time clock 1 hr set
55	Real time clock 10 hr	55	Real time clock 10 hr set
56	Real time clock week	56	Real time clock week set
57	Real time clock 1 day	57	Real time clock 1 day set
58	Real time clock 10 day	58	Real time clock 10 day set
59	Real time clock 1 mon	59	Real time clock 1 mon set
5A	Real time clock 10 mon	5A	Real time clock 10 mon set
5B	Real time clock 1 yr	5B	Real time clock 1 yr set
5C	Real time clock 10 yr	5C	Real time clock 10 yr set
60	Trigger ch. 1 - 8	60	8-digits display on control panel
61	Trigger ch. 9 - 16	61	Control word for ICM7218 (port 60)
62	Trigger ch.17 - 24		
63	Trigger ch.25 - 32	70	8-digits display on map panel
64	Trigger ch.33 - 40	71	Control word for ICM7218 (port 70)
65	Trigger ch.41 - 48	72	Green LED (strn 17-80)
66	Trigger ch.49 - 56	73	Control word for ICM7218 (port 72)
67	Trigger ch.57 - 64	74	Red LED (strn 33-80) & Green LED (strn 1-16)
		75	Control word for ICM7218 (port 74)
70	Alarm ch. 1 - 8	76	2-digits display on map panel, legend, Relay stations, Buzzer out, & Red LED (strn 1-32)
71	Alarm ch. 9 - 16	77	Control word for ICM7218 (port 76)
72	Alarm ch.17 - 24		
73	Alarm ch.25 - 32		
74	Alarm ch.33 - 40		
75	Alarm ch.41 - 48		
76	Alarm ch.49 - 56		
77	Alarm ch.57 - 64		
78	Alarm ch.65 - 72		
79	Alarm ch.73 - 80		
7A	Alarm ch.81 - 88		
7B	Alarm ch.89 - 96		

表3 表示用パラメータのリストおよびその標準値.

Table 3 List of display parameters and their standard values

Address in RAM	real trig- real alarm	ALL	STN	ROUTE	HISTORY	DISPLAY	ALARM	other SW	Display parameters	Standard values (hexa)	Address in ROM
8040	X	-	-	-	-	-	-	-	Time interval to wait next trigger for event start	10 sec (21)	0B78
8041	X	-	-	-	-	-	-	-	Time interval to wait next trigger for event end	15 sec (32)	0B79
8042	X	-	-	-	-	-	-	-	Station number to judge event start	5 stn (05)	0B7A
8043	X	-	-	-	-	-	-	-	Station number to judge event end	3 stn (03)	0B7B
8044	X	-	-	-	-	-	-	-	Station number to register the event	30 stn (1E)	0B7C
8045	-	X	-	-	-	-	-	-	Time interval to issue periodical report of alarm	1 hr (01)	0B7D
8046	-	X	-	-	-	X	-	-	Time out of alarm display	45 sec (96)	0B7E
8047	-	X	-	-	-	X	-	-	Period to change alarm items	6 sec (14)	0B7F
8048	-	X	-	-	-	X	-	-	Flicker period at the alarmed stations	0.6sec (02)	0B80
8049	-	-	X	X	X	X	X	X	Time out of SW mode display	76 sec (FF)	0B81
804A	-	-	X	-	X	-	-	-	Period to switch station number accounts	4 sec (0D)	0B82
804B	-	-	X	X	-	X	-	-	Period to change observation items	0.3sec (01)	0B83
804C	-	-	-	X	-	X	-	-	Period to switch station or event constants	4 sec (0D)	0B84
804D	-	-	-	X	X	-	-	-	Period to change telemetry nodes	0.6sec (02)	0B85
804E	-	-	-	-	X	-	-	-	Repetition of display of the telemetry routes	2times(02)	0B86
804F	-	-	-	-	X	-	-	-	Start year to show historical network development	70 yr (70)	0B87
8050	-	-	X	-	X	-	-	-	End year to show historical network development	83 yr (83)	0B88
8051	-	-	-	-	X	-	-	-	Time interval to change the year	9 sec (1E)	0B89
8052	-	-	-	-	X	-	-	-	Factor to accelerate the above interval	3times(03)	0B8A
8053	-	-	-	-	X	-	-	-	Period of afterimage since the triggered time	6 sec (14)	0B8B
8054	-	-	-	-	X	-	-	-	Factor to accelerate the re-display of events	5times(05)	0B8C
8055	-	-	-	-	X	X	-	-	Time difference of the triggered time(red zone)	10 sec (22)	0B8D
8056	-	-	-	-	X	X	-	-	Time difference of the triggered time(yellow zone)	20 sec (43)	0B8E
8057	-	-	-	-	X	-	-	-	Flicker period at the station of the first trigger	0.6sec (02)	0B8F

書き込むルーチンであり、デジタルスイッチを88に指定した場合にのみ機能する。

この時、リアルタイム・トリガー／アラーム用のブザーおよび外部へのリレー接点も同時にランダム出力されるので、後者についてはマスク処理を行っている。

最後に、本節に述べられたパネルディスプレイの表示内容の一覧を、表4に示した。

5. おわりに

ここに述べたパネルディスプレイは1981年7月から12月にかけて製作され、その後、毎年の観測点増設に従って、3度にわたる地図パネルへのLEDランプ増設、中継局新設に伴うドライバー部の一部配線変更、ROMの書き換えが行われた。この間、所期の性能は十分に満足され、とくに大きなトラブルは発生していない。全体がプログラム制御となっているため、観測点の増設に際してもハードウェアの変更は殆んど必要なく、観測点リストの追加と、トリガー／アラーム・チャンネルと観測点との対照表の改訂という、簡単なソフト的対応のみで事足りたことは、この種のシステムの拡張性の高さを実証している。

現在、当システムのROMおよびRAMのメモリー領域はフルに使用されており、これ以上の機能追加は、メモリーを増設しないと困難である。RAMの容量が増えた場合、たとえば、記憶可能なトリガー・イベントの件数は大幅に増やすことができる。しかし、そうすることはイベントの検索時間も増大させることになり、手軽なシステムとしてのメリットが失われてしまう。本ディスプレイの本来の目的が、ごく最近の地震の即時的表示であることを考えれば、現在の8件程度が丁度手頃なところかもしれない。一方、ROMの容量を増やした場合には、FUNCの機能を今以上に充実させることが期待できる。また、メモリー内には観測点座標とトリガ時刻がデータとして存在するわけだから、原理的には自動震源計算のプログラムを組込むことも可能である。地震発生の前後にたまたま発生したノイズ的トリガーの弁別除去や、S波によってなされたトリガーの区別などといった問題はあるにせよ、たとえば、かなり大きな地震だけについて、トリガーのかかった最初の数点のみを用いた大雑把な震源計算を行うことは、比較的容易に実現できるかもしれない。

実際にこのパネルディスプレイを使ってみて、このような装置は観測網の中に起っている出来事の概況を即座に知る上で、大変に有用であることがわかった。沢山の観測点のチャート記録をのぞきまわって発震時を読取らなくとも、一目で地震波の伝播を見てとれるし、慣れるとその伝播速度で浅発地震か深発地震かの区別もつく。

また、警報を発した観測点のリストをタイプライタ出力から拾って地図にプロットせずとも、アラームを出している観測点の地理的分布を直観的に知ることができる。これらのことは、このパネルディスプレイが、単なるデモンストレーションの域を超えた意味を有していることを示している。

表 4 パネルディスプレイの表示内容一覧.

Table 4 Summary of display mode adopted in this system

MODE	LED lamps on Panel Display	2-digits Display	8-digits Display	REMARKS
usual(RESET)				
REAL-TRIGGER	Red at triggered stations repeat (Red flicker at seismic alarmed stations → Green flicker at tilt alarmed stations → Yellow flicker at else alarmed stations)	Lapse time from initial trigger Total alarm number Number of seismic stations Number of tilt stations Number of else stations	Present time -EEEE- Flash -HELP- Flash	Buzzer sound 1 Buzzer sound 2
SM-SEIS	Red at seismic stations	Number of seismic stations		
TILO	Green at tilt stations	Number of tilt stations		
ELSE	Yellow at else stations	Number of else stations		
ALL	Red/Green/Yellow(time-shared if necessary) corresponding to seis/tilt/else items at all stations	Year in display	repeat (Station number of total/Sonly /lonly/only → SE/TE/SSE/SEE/TSE)	Legend of station type
STM 00	Red at deep borehole stations			
STM 01-80	repeat (same as ALL at specified station)→Yellow at relay station(if existed)→Yellow at NRCOP	Year of construction	repeat (Latitude→Longitude→Altitude →Depth of instrument)	Station number is appointed with digital switch.
NRCOP	Yellow at NRCOP		Present time	
RELAY	Yellow at relay stations	Number of relay stations		
ROUTE	repeat (Red at stations of direct transmission →Yellow at NRCOP)→repeat (Red at stations under relay station 1→Yellow at relay station 1→continue to relay stations 2,3,4.... same as ALL but in the initial year →continue to next year until the last one	Station number of direct transmission Station number under relay station 1→continue to relay stations 2,3,4.... scan from the initial year to the last one repeat (Event number: 8→7→...1) Selected event number		
HISTORY	Following to re display clock, triggered stations are lit as red within a certain afterimage period. →Red/Yellow/Green corresponding to the difference of the triggered time, together with red flicker at the station of the initial trigger	Lapse time from initial trigger →repeat (Event number →Number of triggered station)	Time of event →repeat (Time of event →Legend: 0-11-12-) initial trigger	The speed to advance year can be NORMAL or FAST. Event 8(newest)-3 are stored in REAL-TRIGGER mode. Event 1,2 are for demonstration. The speed of re-display can be NORMAL(real) or FAST. Legend of zone display and initial trigger
SEARCH				
STOP				
DISPLAY				
ALARM	same as REAL-ALARM	Total alarm number	Issued time of the present alarm	
FUNC: MEMORY			Memory address and its content	Digital switch must be 90
I/O			I/O port address and its content after setting. -----	Digital switch must be 95
PARAMETER			random pattern	Digital switch must be 99
LAMP TEST	random pattern	random pattern	random pattern	Digital switch must be 88

謝辞

当センター第二研究部地震活動研究室の松村正三主任研究官には、オンラインデータ処理システムよりのアラーム信号出力について、いろいろ教えていただいた。また、本ディスプレイシステムの製作にあたっては、同研究部の諸氏、とくに山水史生主任研究官に多大なる御協力をいただいた。ここに記して、深く感謝する。

参考文献

- 1) 浜田和郎・大竹政和・岡田義光・松村正三・山水史生・佐藤春夫・井元政二郎・立川真理子・大久保正・山本英二・石田瑞穂・笠原敬司・勝山ヨシ子・高橋 博(1982): 関東・東海地殻活動観測網—国立防災科学技術センター、地震2, 35, 401—426.
- 2) 松村正三・浜田和郎・佐藤春夫(1983): 計算機による異常地殻活動の監視システム、地震学会講演予稿集, No.2, B 56.
- 3) 岡田義光・平田安広・高橋辰利(1980): 永年変化観測用超低速記録計の開発、地震研究所彙報, 55, 225—240.

(1984年4月2日 原稿受理)